

Two-Photon Interactions in Proton–Proton collisions with the ATLAS Detector at the LHC

Autor: mgr inż. Mateusz Dyndał

Streszczenie

Znaczna część procesów zachodzących w zderzeniach proton–proton przy wysokich energiach obejmuje reakcje, w których pośredniczą fotony. Przekrój czynny na te procesy zdominowany jest przez tzw. rozpraszanie elastyczne, gdzie wymieniany jest pojedynczy foton. Fotony mogą być emitowane również przez dwa protony, z jednoczesną produkcją różnorodnych stanów końcowych. W tym przypadku zderzenie typu proton–proton może być efektywnie traktowane jako zderzenie foton–foton. Na Wielkim Zderzaczu Hadronów (LHC) procesy takie mogą być badane z bardzo dobrą dokładnością doświadczalną.

Niniejsza praca prezentuje wkład autora do rozwoju obecnego stanu wiedzy o oddziaływaniach dwufotonowych przy wysokich energiach. Praca składa się z trzech głównych części.

Część I zawiera podstawy teoretyczne z zakresu fizyki dwufotonowej i zaczyna się od krótkiej prezentacji Modelu Standardowego i wprowadzenia niezbędnych definicji. Następnie przedstawione są zagadnienia związane z różnymi rodzajami oddziaływań dwufotonowych w zderzeniach proton–proton. Omawiany jest także formalizm tzw. poprawek absorpcyjnych związanych ze skończonym rozmiarem zderzających się protonów (dla procesów ekskluzywnych). W tej części porównane zostały także różne generatory Monte Carlo dla reakcji dwufotonowych w zderzeniach proton–proton.

Część II rozprawy zaczyna się od zwięzłego opisu głównych parametrów akceleratora LHC. Przedstawiono szczegółowy opis eksperymentu ATLAS, w tym jego pod-detektorów oraz systemu akwizycji i przetwarzania danych. Dużą uwagę poświęcono detektorom wyspecjalizowanym do pomiaru procesów tzw. Fizyki „do przodu”, zwłaszcza detektorom AFP, które w niedalekiej przyszłości rozszerzą program fizyczny eksperymentu ATLAS poprzez tagowanie rozproszonych protonów (także w reakcjach dwufotonowych).

Część III szczegółowo opisuje pomiar ekskluzywnej dwufotonowej produkcji par leptonów (elektronów oraz mionów) w zderzeniach proton–proton przy energii $\sqrt{s} = 7$ TeV. Pomiaru dokonano przy użyciu 4.6 fb⁻¹ danych zebranych przez eksperyment ATLAS na akceleratorze LHC. Zmierzone przekroje czynne na ww. reakcje zostały porównane z przewidywaniami teoretycznymi uwzględniającymi poprawki absorpcyjne.

Wyniki prezentowane w niniejszej rozprawie oparte są na pracy badawczej wykonanej w trakcie studiów doktoranckich autora, realizowanych w ramach umowy cotutelle pomiędzy Akademią Górniczo-Hutniczą w Krakowie a Uniwersytetem Paris-Sud XI. Zdecydowana większość wyników tej pracy została opublikowana w niniejszych artykułach naukowych:

- ATLAS Collaboration, G. Aad et al. (M. Dyndał), *Measurement of exclusive $\gamma\gamma \rightarrow \ell+\ell^-$ production in proton–proton collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV with the ATLAS detector*, [Phys. Lett. B749 \(2015\) 242-261](#).
- M. Dyndał, L. Schoeffel, *The role of finite-size effects on the spectrum of equivalent photons in proton-proton collisions at the LHC*, [Phys. Lett. B741 \(2015\) 66-70](#).
- ATLAS Collaboration, G. Aad et al. (M. Dyndał), *Technical Design Report for the ATLAS Forward Proton Detector*, [CERN-LHCC-2015-009; ATLAS-TDR-024](#).

Kraków, 7.09.2015